

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup>            | 識別記号  | F I           | データベース <sup>*</sup> (参考) |           |
|-------------------------------------|-------|---------------|--------------------------|-----------|
| F 0 2 M 25/07                       | 5 5 0 | F 0 2 M 25/07 | 6 5 0 R                  | 3 G 0 6 2 |
|                                     |       |               | 6 5 0 F                  | 3 G 0 8 4 |
| F 0 1 N 3/08                        |       | F 0 1 N 3/08  | H                        | 3 G 0 9 1 |
| 3/20                                |       | 3/20          | C                        | 3 G 0 9 2 |
| 3/24                                |       | 3/24          | S                        | 3 G 3 0 1 |
| 審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 12 頁) 最終頁に続く |       |               |                          |           |

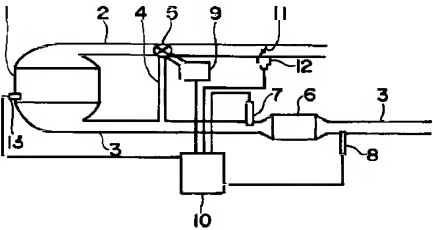
|          |                       |         |  |
|----------|-----------------------|---------|--|
| (21)出願番号 | 特願平11-104508          | (71)出願人 | 000003207<br>トヨタ自動車株式会社<br>愛知県豊田市トヨタ町1番地 |
| (22)出願日  | 平成11年4月12日(1999.4.12) | (72)発明者 | 柴田 正仁<br>愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内       |
|          |                       | (72)発明者 | 林 孝太郎<br>愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内       |
|          |                       | (74)代理人 | 100089244<br>弁理士 遠山 勉 (外3名)              |
|          |                       | 最終頁に続く  |  |

(54)【発明の名称】 内燃機関の排気浄化装置

(57)【要約】

【課題】 内燃機関の運転状態に適応しつつ大気中に排出されるNO<sub>x</sub>量のさらなる低減が可能であるとともに、触媒の劣化及び燃料消費率の悪化を最小限に止めることが可能な内燃機関の排気浄化装置を提供すること。

【解決手段】 内燃機関1の吸気通路2と排気通路3とをEGR管4で接続し、EGR管4を流れる排気の流量を、EGRバルブ5及びEGRバルブアクチュエータ9によって制御可能となるよう設け、EGR管4との接続点よりも下流側の排気通路3には、排気中のNO<sub>x</sub>を還元する選択還元型NO<sub>x</sub>触媒6と、選択還元型NO<sub>x</sub>触媒6に還元剤を供給する還元剤供給装置7と、排気中のNO<sub>x</sub>量を検出するNO<sub>x</sub>センサ8とを備え、実際のNO<sub>x</sub>量が所定の目標範囲から外れた場合に、還元剤の供給に比して排気の還流を優先すべくEGRバルブアクチュエータ9及び還元剤供給装置7を制御する排気浄化制御手段であるECU10とを有する排気浄化装置。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の排気通路に配置され、排気中に含まれる窒素酸化物を還元及び浄化する排気浄化触媒と、

前記窒素酸化物の還元を要する還元剤を前記排気浄化触媒へ供給する還元剤供給手段と、

前記排気浄化触媒上流の排気通路を流れる排気の一部を前記内燃機関の吸気通路へ還流する排気還流手段と、少なくとも前記排気浄化触媒下流の排気通路に配置され、排気中に含まれる窒素酸化物量を検出する窒素酸化物量検出手段と、

前記窒素酸化物量検出手段によって検出された実際の窒素酸化物量が所定の目標範囲から外れている場合に、還元剤の供給に比して排気の還流を優先すべく前記排気還流手段及び前記還元剤供給手段を制御する排気浄化制御手段と、を備えることを特徴とする内燃機関の排気浄化装置。

【請求項2】 前記排気浄化制御手段は、実際の窒素酸化物量が前記目標範囲を上回っている場合は、還元剤の供給量の増量に比して排気還流量の増量を優先すべく前記排気還流手段及び前記還元剤供給手段を制御し、実際の窒素酸化物量が前記目標範囲を下回っている場合は、排気還流量の減量に比して還元剤の供給量の減量を優先すべく前記排気還流手段及び前記還元剤供給手段を制御することを特徴とする請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項3】 前記排気浄化触媒は、酸素過剰且つ炭化水素が存在するときに、排気中の窒素酸化物を還元又は分解する選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒であり、前記還元剤供給手段は、前記内燃機関の燃料を還元剤として前記選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒へ供給することを特徴とする請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項4】 前記排気浄化制御手段による前記排気還流手段及び前記還元剤供給手段の制御量が最大もしくは最小となったときの実際の窒素酸化物量と前記目標範囲の上限値又は下限値との差が所定量以上であると、異常が発生したと判定する異常判定手段を更に備える請求項1記載の内燃機関の排気浄化装置。

【請求項5】 前記排気浄化触媒下流の排気通路に配置され、前記排気浄化触媒から流出した排気に含まれる窒素酸化物量を検出する下流側窒素酸化物量検出手段と、前記排気浄化触媒上流の排気通路に配置され、前記排気浄化触媒に流入する排気に含まれる窒素酸化物量を検出する上流側窒素酸化物量検出手段とを備え、

前記異常判定手段は、前記上流側窒素酸化物量検出手段が検出した窒素酸化物量に基づいて前記内燃機関又は前記排気還流手段の異常を判定し、前記下流側窒素酸化物量検出手段が検出した窒素酸化物量に基づいて前記還元剤供給手段又は前記排気浄化触媒の異常を判定することを特徴とする請求項4記載の内燃機関の排気浄化装置。

【0000】

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関から排出される排気に含まれる窒素酸化物量を抑制する排気浄化技術に関する。

【0001】

【従来の技術】自動車等に搭載される内燃機関では、排気中に含まれる炭化水素(HC)、一酸化炭素(CO)、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )等の有害ガス成分を浄化することが要求されている。このような要求に対し、理論空燃比近傍の所望の空燃比の排気が流入したときに排気中に含まれるHC、CO、 $\text{NO}_x$ を浄化可能となる三元触媒を、内燃機関の排気通路に設ける排気浄化システムが提案されている。

【0002】一方、自動車に搭載される内燃機関では、燃料消費率の向上を目的として、燃料濃度が低く酸素過剰状態の混合気を燃焼可能な希薄燃焼内燃機関の開発が進められているが、このような希薄燃焼内燃機関に上記した排気浄化触媒を適用すると、理論空燃比より高い空燃比の排気が三元触媒に流入することになり、三元触媒が排気中の $\text{NO}_x$ を十分に浄化することができなくなるという問題があった。

【0003】このような問題に対し、従来では、大気中に排出される $\text{NO}_x$ 量を抑制する方法として、内燃機関における $\text{NO}_x$ の発生自体を抑制する方法と、内燃機関で発生した $\text{NO}_x$ を大気中に排出する前に浄化する方法とが提案されている。

【0004】 $\text{NO}_x$ の発生を抑制する方法としては、例えば、特開平10-103161号公報や、特開平10-252573号公報に記載されたEGR(Exhaust Gas Recirculation)装置が知られている。このようなEGR装置は、内燃機関から排出された排気の一部を内燃機関の燃焼室へ供給することにより、排気に含まれる二酸化炭素等の不活性ガスの非燃焼性や吸熱性を利用して燃焼室内の燃焼速度及び燃焼温度を低下させ、 $\text{NO}_x$ の発生自体を抑制しようとするものである。

【0005】また、内燃機関で発生した $\text{NO}_x$ を大気中に排出される前に浄化する方法としては、例えば、特開平5-131311号公報に記載されたような排気浄化装置を内燃機関に併設する方法が知られている。このような排気浄化装置は、排気通路に配置され酸素過剰の雰囲気かつ炭化水素の存在下で $\text{NO}_x$ を還元又は分解する選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒と、この選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒に還元剤としての炭化水素を供給する還元剤供給装置と、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒から流出した排気に含まれる $\text{NO}_x$ 量を検出する $\text{NO}_x$ 量検出手段とを備え、排気に含まれる実際の $\text{NO}_x$ 量が所望の目標 $\text{NO}_x$ 量となるよう還元剤の供給量を制御することにより、大気中に放出される $\text{NO}_x$ 量を低減しようとするものである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、EGR装置では、排気還流量が過剰に増加されると、燃焼状態が不安定となり、一酸化炭素及び炭化水素等の有害ガス成分の増加を招く虞がある。一方、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒と還元剤供給装置とを備えた排気浄化装置では、硫酸酸化物等に代表される被毒成分が還元剤に含まれていると、還元剤の供給によって選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒が被毒され、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒の浄化性能が低下する虞がある。選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒と還元剤供給装置とを備えた排気浄化装置において、還元剤として内燃機関の燃料が用いられると、燃料消費量の増加によって希薄燃焼内燃機関の効果が相殺されてしまう虞がある。

【0007】本発明は上記したような問題点に鑑みなされたものであり、機関運転状態の悪化、排気浄化触媒の劣化、あるいは燃料消費率の悪化を防止しつつ、大気中に放出される $\text{NO}_x$ 量を効果的に低減することができる技術を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は内燃機関の排気浄化装置であり、前記課題を解決するための手段として以下のように構成されている。すなわち本発明の排気浄化装置は、内燃機関の排気通路に配置され、排気中に含まれる窒素酸化物を還元及び浄化する排気浄化触媒と、前記窒素酸化物の還元を要する還元剤を前記排気浄化触媒へ供給する還元剤供給手段と、前記排気浄化触媒上流の排気通路を流れる排気の一部を前記内燃機関の吸気通路へ還流する排気還流手段と、少なくとも前記排気浄化触媒下流の排気通路に配置され、排気中に含まれる窒素酸化物量を検出する窒素酸化物量検出手段と、前記窒素酸化物量検出手段によって検出された実際の窒素酸化物量が所定の目標範囲から外れている場合に、還元剤の供給に比して排気の還流を優先すべく前記排気還流手段及び前記還元剤供給手段を制御する排気浄化制御手段と、を備えることを特徴とする。

【0009】このように構成された排気浄化装置では、排気浄化触媒及び還元剤供給手段と、排気還流手段とを併用して $\text{NO}_x$ 量の低減が図られるため、排気浄化触媒及び還元剤供給手段のみで $\text{NO}_x$ 量を低減させる場合より還元剤供給量が減少されるとともに、排気還流手段のみで $\text{NO}_x$ 量を低減させる場合より排気還流量が減少される。

【0010】その際、排気浄化装置は、実際の窒素酸化物量が目標範囲を上回っているとき、還元剤の供給量の増量に比して排気還流量の増量を優先すべく排気還流手段及び還元剤供給手段を制御し、実際の窒素酸化物量が目標範囲を下回っていると、排気還流量の減量に比して還元剤の供給量の減量を優先すべく排気還流手段及び還元剤供給手段を制御するため、すなわち排気の還流が還元剤の供給より優先的に行われるため、還元剤の供給に起因した排気浄化触媒の被毒が抑制される。

【0011】上記した排気浄化触媒としては、例えば、酸素過剰且つ炭化水素が存在するときに、排気中の窒素酸化物を還元又は分解する選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒を例示することができる。この場合、還元剤としては、内燃機関用の燃料のように炭化水素や一酸化炭素等の還元成分を含むものを例示することができる。

【0012】本発明に係る排気浄化装置は、排気浄化制御手段による排気還流手段及び還元剤供給手段の制御量が最大もしくは最小となったときの実際の窒素酸化物量と目標範囲の上限値又は下限値との差が所定量以上であると、異常が発生したと判定する異常判定手段を更に備えるようにしても良い。

【0013】本発明に係る排気浄化装置は、排気浄化触媒下流の排気通路に配置され、排気浄化触媒から流出した排気に含まれる窒素酸化物量を検出する下流側窒素酸化物量検出手段と、排気浄化触媒上流の排気通路に配置され、排気浄化触媒に流入する排気に含まれる窒素酸化物量を検出する上流側窒素酸化物量検出手段と、上流側窒素酸化物量検出手段が検出した窒素酸化物量に基づいて内燃機関又は排気還流手段の異常を判定し、下流側窒素酸化物量検出手段が検出した窒素酸化物量に基づいて還元剤供給手段又は排気浄化触媒の異常を判定する異常判定手段とを更に備えるようにしても良い。この場合、異常が発生した際の異常発生箇所を特定することが容易となる。

【0014】前記排気浄化触媒は、発生した $\text{NO}_x$ の排出を抑制する触媒であれば良く、例えば、窒素酸化物( $\text{NO}_x$ )に加えて一酸化炭素(CO)及び炭化水素(HC)を酸化還元反応によりそれぞれを分解、浄化するのに有利な三元触媒や、酸素過剰雰囲気下の混合気を燃焼したときに発生する排気中の $\text{NO}_x$ を還元及び浄化するのに有利な選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒等を例示することができる。

【0015】前記還元剤供給手段としては、内燃機関の排気通路に配置され、排気浄化触媒上流の排気通路に還元剤を噴射する還元剤噴射装置や、内燃機関の燃料を還元剤に用いる場合には、内燃機関の排気行程時に燃料室へ燃料を噴射することで排気中の炭化水素量を増やす副噴射等を例示することができる。これらは各々単独で用いても良いし、複数を組み合わせて用いても良い。

【0016】前記排気還流手段は、二酸化炭素等の不活性ガスを含有した排気を燃焼室に還流することで、混合気の燃焼速度及び燃焼温度を低下させ、 $\text{NO}_x$ の発生量を抑制するものである。前記窒素酸化物量検出手段は、 $\text{NO}_x$ の量を検出するものでも良いし、 $\text{NO}_x$ の濃度を検出するものでも良い。また、 $\text{NO}_x$ の量又は濃度を直接検出するのではなく、 $\text{NO}_x$ の発生と相關関係にある他の物質を検出するものであっても良い。

【0017】 $\text{NO}_x$ の量又は濃度を直接検出する窒素酸化物量検出手段には、例えば、固体電解質タイプの $\text{NO}_x$

センサや、単体結晶様構造をもつ物質を $\text{NO}_x$ 感応体として $\text{NO}_x$ の量又は濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサ、或いは、2枚の絶縁板の間に加熱用ヒータを介装するとともに、いずれか一方の絶縁板の外側面に電極を備えたセンシングデバイスを一体に設け、このセンシングデバイスの表面に接触吸着される排気中の $\text{NO}_x$ 濃度を検出する $\text{NO}_x$ センサを例示することができる。

【0018】また、 $\text{NO}_x$ の発生と相関関係にある他の物質としては、排気中に含まれる二酸化炭素や酸素等が知られており、これらの物質を検出する検出手段( $\text{CO}_2$ センサ、或いは $\text{O}_2$ センサ)の検出結果から、 $\text{NO}_x$ との相関性に基づいて排気中の $\text{NO}_x$ 量又は濃度を推定するようにしても良い。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかる排気浄化装置の実施の形態について添付した図面に基いて説明する。

【0020】〈実施の形態1〉本発明に係る排気浄化装置の第1の実施態様について図面に基いて説明する。図1は、本発明に係る排気浄化装置を適用する内燃機関の概略構成を示す図である。図1に示す内燃機関1は、燃料濃度が低く酸素過剰状態の混合気を燃焼可能な希薄燃焼式のガソリンエンジンである。

【0021】内燃機関1には、吸気通路2及び排気通路3が接続されている。前記吸気通路2と前記排気通路3とは、EGR (Exhaust Gas Recirculation) 管4によって接続され、排気通路3を流れる排気の一部を吸気通路2へ還流することが可能となっている。

【0022】前記EGR管4には、該EGR管4内を流れる排気の流量を調整するEGRバルブ5が設けられている。前記EGRバルブ5には、該EGRバルブ5を開閉駆動するEGRバルブアクチュエータ9が取り付けられている。前記EGRバルブアクチュエータ9は、内燃機関制御の電子制御ユニット (ECU: Electronic Control Unit) 10と電気配線を介して接続されており、ECU10からの信号に従ってEGRバルブ5を開閉駆動する。前記EGR管4、EGRバルブ5、及びEGRバルブアクチュエータ9は、本発明における排気還流手段に相当する。

【0023】前記排気通路3と前記EGR管4との接続部位より下流側の排気通路3には、排気中に含まれる $\text{NO}_x$ を浄化するための選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6と、この選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6に還元剤を上流側から供給する還元剤供給装置7と、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6を通過した排気中の $\text{NO}_x$ 量を検出する $\text{NO}_x$ センサ8とが配置されている。

【0024】還元剤としては、例えば、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6において $\text{NO}_x$ が還元・分解される際に、 $\text{NO}_x$ の酸素と結合する物質(被酸化物質)を用いることができるが、本実施の形態では、内燃機関1の燃料であるガ

ソリンを還元剤として用いるものとする。

【0025】還元剤供給装置7としては、排気通路3とEGR管4との接続部位より下流側で、かつ、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6より上流側に位置する排気通路3内にガソリンを噴射する噴射装置を用いる。

【0026】 $\text{NO}_x$ センサ8は、2枚の絶縁板の間に加熱用ヒータを介装するとともに、2枚の絶縁板のうちの何れか一方の絶縁板の外面に、電極を備えたセンシングデバイスを設けて構成され、センシングデバイスの表面に接触もしくは吸着される $\text{NO}_x$ 量に応じて変化する半導体抵抗の抵抗値に基づいて $\text{NO}_x$ 量を検出するセンサである。 $\text{NO}_x$ センサ8は、ECU10と電気配線を介して接続されており、該 $\text{NO}_x$ センサの出力信号がECU10に入力されるようになっている。

【0027】前記還元剤供給装置7は、本発明にかかる還元剤供給手段の一実施態様であり、他に例えばエンジンシリンダの燃料噴射弁により排気行程で燃料を噴射して排気中に還元剤としての燃料を与える方法もある。また、前記 $\text{NO}_x$ センサ8は、本発明にかかる窒素酸化物検出手段の一実施態様である。

【0028】一方、吸気通路2においてEGR管4との接続部位より上流の部位には、該吸気通路2を流れる新気の流量を調整するスロットル弁11が配置されている。前記スロットル弁11には、該スロットル弁11の開度に対応した電気信号を出力するスロットルポジションセンサ12が取り付けられている。

【0029】前記スロットルポジションセンサ12は、ECU10と電気配線を介して接続され、該スロットルポジションセンサ12の出力信号(アクセル開度信号)がECU10に入力されるようになっている。

【0030】内燃機関1には、図示しないクランクシャフトの回転速度を検出する機関回転速度センサ13が取り付けられている。この機関回転速度センサ13は、例えば、前記クランクシャフトの端部に取り付けられたタイミングロートと、このタイミングロートに臨むようにシリンダブロックに取り付けられた電磁ピックアップとから構成され、クランクシャフトが所定角度(例えば、 $30^\circ$ )回転する毎にパルス信号を出力する。機関回転速度センサ13は、ECU10と電気配線を介して接続され、機関回転速度センサ13の出力信号がECU10に入力されるようになっている。

【0031】ECU10には、内燃機関1の運転状態と個々の運転状態において大気中に放出可能な目標 $\text{NO}_x$ 量との関係を示す目標 $\text{NO}_x$ 量マップ、内燃機関1の運転状態とEGR量の上限值(EGRバルブアクチュエータ9を制御する上での上限値)との関係を示すEGR限度マップ、内燃機関1の運転状態と選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6へ供給する還元剤量の上限値及び下限値(還元剤供給装置7を制御する上での上限値及び下限値)との関係を示す還元剤限度マップ等の各種制御マップが設定され

ている。

【0032】内燃機関1の運転状態を示すパラメータとしては、アクセル開度と機関回転速度との2つのパラメータを用いることができる。目標 $\text{NO}_x$ 量は、大気中に放出される $\text{NO}_x$ 量が $\text{NO}_x$ 排出規制値内に収まるよう設定された値である。

【0033】ECU10は、 $\text{NO}_x$ センサ8による排気中の $\text{NO}_x$ 量、機関回転速度センサ13による機関回転速度信号、及びスロットルポジションセンサ12によるアクセル開度信号等を入力し、これらの入力信号と前記した各種制御マップとに基づいてEGRバルブアクチュエータ9や還元剤供給装置7を制御する。具体的には、ECU10は、図2に示されるような排気浄化制御ルーチンに基づいてEGRバルブアクチュエータ9及び還元剤供給装置7を制御する。

【0034】排気浄化制御ルーチンにおいて、ECU10は、まず、ステップ100においてスロットルポジションセンサ12の出力信号値（アクセル開度）と機関回転速度センサ13の出力信号値（機関回転速度）とを読み込む。

【0035】ステップ101では、ECU10は、前記ステップ100において読み込まれたアクセル開度及び機関回転速度をパラメータとして目標 $\text{NO}_x$ 量マップへアクセスし、内燃機関1の運転状態に応じた目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_t$ ）を算出する。

【0036】ステップ102では、ECU10は、前記ステップ100において読み込まれたアクセル開度及び機関回転速度をパラメータとしてEGR限度マップへアクセスし、機関運転状態に応じたEGR量の上限値（EGR量上限値）を算出する。

【0037】ステップ103では、ECU10は、 $\text{NO}_x$ センサ8の出力信号値（実際の $\text{NO}_x$ 量： $X_1$ ）を読み込み、前記ステップ101で算出された目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_t$ ）と実際の $\text{NO}_x$ 量（ $X_1$ ）とを比較する。具体的には、ECU10は、実際の $\text{NO}_x$ 量（ $X_1$ ）が目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_t$ ）より多く、且つその差が一定量を超えているか否か（例えば、 $X_1 > 1.05 X_t$ であるか否か）を判別する。

【0038】前記ステップ103において $X_1 > 1.05 X_t$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ106へ進み、EGR量を所定量増量させるべく、EGRバルブアクチュエータ9に対する指令値（EGR量増量指令値）を算出する。

【0039】ステップ107では、ECU10は、前記ステップ106で算出されたEGR量増量指令値が前記ステップ102で算出されたEGR量上限値以下であるか否かを判別する。

【0040】前記ステップ107において前記EGR量増量指令値が前記EGR上限値以下であると判定した場合は、ECU10は、ステップ108へ進み、前記EGR

量増量指令値をEGRバルブアクチュエータ9へ送信してEGR量の増量を実行する。

【0041】前記ステップ108の処理を実行した後、ECU10は、ステップ100以降の処理を繰り返し実行する。その際、ステップ103において $X_1 > 1.05 X_t$ であると判定し、更にステップ107においてEGR量増量指令値がEGR量上限値を上回っていると判定すると、ECU10は、ステップ109へ進む。

【0042】ステップ109では、ECU10は、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6へ供給すべき還元剤量を所定量増量させるべく、還元剤供給装置7に対する指令値（還元剤供給量増量指令値）を算出する。

【0043】ステップ110では、ECU10は、前記ステップ100において読み込まれたアクセル開度及び機関回転速度をパラメータとして還元剤限度マップへアクセスし、機関運転状態に応じた還元剤供給量の上限値（還元剤供給量上限値）を算出する。ECU10は、前記ステップ109で算出された還元剤供給量増量指令値と前記還元剤供給量上限値とを比較する。

【0044】前記ステップ110において前記還元剤供給量増量指令値が前記還元剤供給量上限値以下であると判定した場合は、ECU10は、ステップ111へ進み前記還元剤供給量増量指令値を還元剤供給装置7へ送信し、還元剤の供給量を増量させる。前記ステップ110の処理を実行し終えたECU10は、ステップ100以降の処理を繰り返し実行する。

【0045】一方、前記ステップ110において前記還元剤供給量増量指令値が前記還元剤供給量上限値を上回っていると判定した場合は、ECU10は、ステップ117へ進む。

【0046】ステップ117では、ECU10は、ステップ100からステップ117にかけて同一の処理経路で連続して到達した回数（ $m$ ）を計数し、その計数値が5回を上回っているか否かを判別する。

【0047】前記ステップ117において前記計数値が5回を上回っていると判定した場合は、ECU10は、ステップ118、119において本排気浄化装置が異常であると判定して、車室内に設けられたウォーニングランプを点灯させる。一方、前記ステップ117において前記計数値が5回以下であると判定した場合は、ECU10は、ステップ100以降の処理を繰り返し実行する。

【0048】次に、前記ステップ103において $X_1 > 1.05 X_t$ ではないと判定した場合、すなわち $X_1 \leq 1.05 X_t$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ104へ進む。

【0049】ステップ104では、ECU10は、実際の $\text{NO}_x$ 量（ $X_1$ ）が目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_t$ ）より少なく、且つその差が一定量を超えているか否か（例えば、 $X_1 < 0.1 X_t$ であるか否か）を判別する。

【0050】前記ステップ104において $X1 < 0.1Xt$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ117へ進み、ステップ100からステップ117へかけて同一の処理経路で連続して到達した回数を計数し、その計数が5回を越えているか否かを判別する。

【0051】ECU10は、前記ステップ117において前記計数値が5回を越えていると判定した場合はステップ118、119において本排気浄化装置が異常であると判定してウォーニングランプを点灯させ、前記ステップ117において前記計数値が5回以下であると判定した場合はステップ100以降の処理を繰り返し実行する。

【0052】前記ステップ104において $X1 < 0.1Xt$ ではないと判定した場合、すなわち $X1 \geq 0.1Xt$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ105へ進み、実際の $NO_x$ 量( $X1$ )が目標 $NO_x$ 量( $Xt$ )より少なく、且つその差が一定量を越えているか否か(例えば、 $X1 < 0.95Xt$ であるか否か)を判別する。

【0053】前記ステップ105において $X1 < 0.95Xt$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ112へ進み、選択還元型 $NO_x$ 触媒6へ供給すべき還元剤量を所定量減量すべく、還元剤供給装置7に対する指令値(還元剤供給量減量指令値)を算出する。

【0054】ステップ113では、ECU10は、前記ステップ100において読み込まれたアクセル開度及び機関回転速度をパラメータとして還元剤限度マップへアクセスし、機関運転状態に応じた還元剤供給量の下限値(還元剤供給量下限値)を算出する。ECU10は、前記ステップ112で算出された還元剤供給量減量指令値と前記還元剤供給量下限値とを比較する。

【0055】前記ステップ113において前記還元剤供給量減量指令値が還元剤供給量下限値より大きいと判定した場合は、ECU10は、ステップ114へ進み、前記還元剤供給量減量指令値を還元剤供給装置7へ送信して還元剤の供給量を減量させる。

【0056】前記ステップ114の処理を実行し終えたECU10は、ステップ100以降の処理を繰り返し実行する。その際、ステップ105において $X1 < 0.95Xt$ であると判定し、さらにステップ113において還元剤供給量減量指令値が還元剤供給量下限値以下であると判定すると、ECU10は、ステップ115へ進む。

【0057】ステップ115では、ECU10は、EGR量を所定量減量させるべく、EGRバルブアクチュエータ9に対する指令値(EGR量減量指令値)を算出する。

【0058】ステップ116では、ECU10は、前記ステップ115で算出されたEGR減量指令値をEGRバルブアクチュエータ9へ送信してEGR量を減量させ

る。前記ステップ116の処理を実行し終えたECU10は、ステップ100以降の処理を繰り返し実行する。

【0059】尚、ECU10は、前記ステップ119の処理を実行した後、ステップ100へ直ちに帰って排気浄化制御ルーチンを継続して実行するようにしてもよく、一定時間経過後に排気浄化制御ルーチンを実行するようにしてもよい。また、ECU10は、ステップ119を実行した後は、排気浄化制御ルーチンを実行せず、ウォーニングランプの点灯のみを行うようにしてもよい。

【0060】以上述べたようにECU10が排気浄化制御ルーチンを実行することにより本発明に係る排気浄化制御手段が実現され、排気の一部を吸気系に還流して $NO_x$ の発生を抑制するEGR機構と、選択還元型 $NO_x$ 触媒6に還元剤を供給して $NO_x$ を還元及び浄化する $NO_x$ 浄化機構とを併用して大気中に放出される $NO_x$ 量の抑制を図ることが可能となる。

【0061】従って、本実施の形態に係る排気浄化装置によれば、EGR機構のみを有する排気浄化装置に比べて少ないEGR量で $NO_x$ の発生を抑制することが可能になるとともに、 $NO_x$ 浄化機構のみを有する排気浄化装置に比べて少ない還元剤供給量で $NO_x$ を還元することが可能となり、その結果、EGR量の増加に起因した内燃機関1の運転状態の悪化や、還元剤供給量の増加に起因した選択還元型 $NO_x$ 触媒6の被毒を防止しつつ、大気中に放出される $NO_x$ 量を低減させることが可能となる。

【0062】また、本実施の形態に係る排気浄化装置では、選択還元型 $NO_x$ 触媒6へ供給する還元剤として内燃機関1の燃料(ガソリン)を用いているが、還元剤の供給に対して排気の還流を優先的に行われるため、還元剤として消費される燃料量を最小限に抑制することが可能となり、燃料消費率の悪化と、燃料に含まれる硫黄成分による選択還元型 $NO_x$ 触媒6の被毒(いわゆる、 $S O_x$ 被毒)とが防止される。

【0063】また、本実施形態の排気浄化装置は、実際の $NO_x$ 量が所望の目標範囲から大幅に外れ、且つその状態が所定期間継続した場合に限り排気浄化装置の異常を判定するため、機関負荷の急変等によって一時的に実際の $NO_x$ 量が増加あるいは減少した場合等に誤判定する虞がない。

【0064】本実施の形態では、排気浄化装置の異常が判定された場合に、車室内のウォーニングランプが点灯されるため、車両の運転者に対して排気浄化装置の異常を通知することが可能となる。その結果、運転者は、排気浄化装置を復旧させるべく速やかな処置を行うことが可能となる。

【0065】〈実施の形態2〉以下、本発明にかかる排気浄化装置の第2の実施態様について述べる。ここでは前述の第1の実施の形態と異なる構成について説明し、

同様の構成については説明を省略する。

【0066】図3は、本実施形態の排気浄化装置の概略構成を示す図である。本実施の形態に係る排気浄化装置は、前述の第1の実施の形態に対し、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6より下流の排気通路3に設けられた $\text{NO}_x$ 8（以下、下流側 $\text{NO}_x$ センサ8と称する）に加え、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6より上流の排気通路3に設けられた上流側 $\text{NO}_x$ センサ18を備えている。

【0067】前記上流側 $\text{NO}_x$ センサ18は、電気配線を介してECU10と接続されており、前記上流側 $\text{NO}_x$ センサ18の出力信号（選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6に流入する排気に含まれる $\text{NO}_x$ 量を示す信号）がECU10に入力されるようになっている。

【0068】これに対応してECU10は、図4に示されるような排気浄化制御ルーチンに従ってEGRバルブアクチュエータ9及び還元剤供給装置7を制御する。尚、図4に示す排気浄化制御ルーチンでは、前述の第1の実施の形態の排気浄化制御ルーチンと同一の処理については第1の実施の形態と同一の符号を付している。また、図4に示す排気浄化制御ルーチンでは、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6の上流側における目標 $\text{NO}_x$ 量（上流側目標 $\text{NO}_x$ 量）を $X_{tu}$ 、下流側における目標 $\text{NO}_x$ 量（下流側目標 $\text{NO}_x$ 量）を $X_{tl}$ 、上流側 $\text{NO}_x$ センサ18によって検出された実際の $\text{NO}_x$ 量（上流側実 $\text{NO}_x$ 量）を $X_u$ 、下流側 $\text{NO}_x$ センサ8によって検出された実際の $\text{NO}_x$ 量（下流側実 $\text{NO}_x$ 量）を $X_l$ と表すものとする。

【0069】図4に示す排気浄化制御ルーチンでは、ECU10は、先ずステップ100においてスロットルセンサ12の出力信号値（アクセル開度）と機関回転速度センサ13の出力信号（機関回転速度）とを読み込む。

【0070】ステップ201では、ECU10は、前記ステップ100において読み込まれたアクセル開度及び機関回転速度をパラメータとして目標 $\text{NO}_x$ 量マップへアクセスし、上流側目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_{tu}$ ）と下流側目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_{tl}$ ）とを算出する。

【0071】ステップ102では、ECU10は、前記ステップ100において読み込まれたアクセル開度と機関回転速度とをパラメータとしてEGR限度マップへアクセスし、機関運転状態に応じたEGR量上限値を算出する。

【0072】ステップ203では、ECU10は、上流側 $\text{NO}_x$ センサ18の出力信号値（上流側実 $\text{NO}_x$ 量： $X_u$ ）を読み込み、その上流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_u$ ）と前記ステップ201で算出された上流側目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_{tu}$ ）とを比較する。

【0073】前記ステップ203において前記上流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_u$ ）が前記上流側目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_{tu}$ ）より多く、且つその差が一定量を超えているか否か（例えば、 $X_u > 1.05 X_{tu}$ ）と判定した場合は、ECU10は、ステップ106～ステップ108においてEGR

R量の増量処理を実行する。

【0074】尚、前記ステップ106～ステップ108の処理が繰り返して実行された後に、ステップ107においてEGR増量指令値がEGR量上限値を上回っていると判定された場合、言い換えればEGR量がEGR量上限値まで増加されたにもかかわらず上流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_u$ ）が上流側目標 $\text{NO}_x$ 量より多く、且つその差が一定量を超えていると判定された場合は、ECU10は、ステップ219aへ進み、EGRバルブアクチュエータ9及びEGRバルブ5からなるEGR機構に異常が発生したとみなす。前記ステップ219aにおいてEGR機構に異常が発生したと判定した場合は、ECU10は、ステップ119へ進み、ウォーニングランプを点灯させる。

【0075】また、前記ステップ203において前記上流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_u$ ）が前記上流側目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_{tu}$ ）より多くない、又はその差が一定量を超えていないと判定した場合は、ECU10は、ステップ204へ進み、下流側目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_{tl}$ ）と下流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_l$ ）とを比較する。具体的には、ECU10は、下流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_l$ ）が下流側目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_{tl}$ ）より多く、且つその差が一定量を超えているか否か（例えば、 $X_l > 1.05 X_{tl}$ であるか否か）を判別する。

【0076】前記ステップ204において $X_l > 1.05 X_{tl}$ であると判定した場合には、ECU10は、ステップ109～ステップ111において還元剤供給量の増量処理を実行する。

【0077】尚、前記ステップ109～ステップ111の処理が繰り返して実行された後に、ステップ110において還元剤供給量増量指令値が還元剤供給量上限値を上回っていると判定された場合、言い換えれば、還元剤の供給量が還元剤供給量上限値まで増量されたにもかかわらず下流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_l$ ）が下流側目標 $\text{NO}_x$ 量（ $X_{tl}$ ）より多く、且つその差が一定量を超えていると判定された場合は、ECU10は、ステップ219bへ進み、選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6又は還元剤供給装置7に異常が発生したとみなす。前記ステップ219bにおいて選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6又は還元剤供給装置7に異常が発生したと判定した場合は、ECU10は、ステップ119へ進み、ウォーニングランプを点灯させる。

【0078】また、前記ステップ204において $X_u > 1.05 X_{tu}$ ではないと判定した場合は、ECU10は、ステップ205へ進み、上流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_u$ ）と下流側実 $\text{NO}_x$ 量（ $X_l$ ）との比が所定値より大きいか否か（例えば、 $X_l / X_u > 1$ であるか否か）を判別する。

【0079】前記ステップ205において $X_l / X_u > 1$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ219cへ進み、上流側 $\text{NO}_x$ センサ18、下流側 $\text{NO}_x$ セ

ンサ8、あるいは選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒6に異常が発生したと判定する。続いて、ECU10は、ステップ119へ進み、ウォーニングランプを点灯させる。

【0080】また、前記ステップ205において $X1/Xu > 1$ ではないと判定した場合は、ECU10は、ステップ206へ進み、下流側目標 $\text{NO}_x$ 量( $Xt1$ )と下流側実 $\text{NO}_x$ 量( $X1$ )を比較する。具体的には、ECU10は、下流側実 $\text{NO}_x$ 量( $X1$ )が下流側目標 $\text{NO}_x$ 量( $Xt1$ )より少なく、且つその差が一定量を超えているか否か(例えば、 $X1 < 0.9Xt1$ であるか否か)を判別する。

【0081】前記ステップ206において $X1 < 0.9Xt1$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ112～ステップ114において還元剤供給量の減量処理を実行する。

【0082】尚、前記ステップ112～ステップ114の処理が繰り返して実行された後に、ステップ113において還元剤供給量減量指令値が還元剤供給量下限値より少ないと判定された場合、言い換えれば、還元剤の供給量が還元剤供給量下限値まで減量されたにもかかわらず下流側実 $\text{NO}_x$ 量( $X1$ )が下流側目標 $\text{NO}_x$ 量( $Xt1$ )より少なく、且つその差が一定量を超えていると判定された場合は、ECU10は、ステップ207へ進む。

【0083】前記ステップ206において $X1 < 0.9Xt1$ ではないと判定した場合、もしくは、前記ステップ113において還元剤供給量減量指令値が還元剤供給量下限値より少ないと判定した場合は、ECU10は、ステップ207へ進み、上流側実 $\text{NO}_x$ 量( $Xu$ )が上流側目標 $\text{NO}_x$ 量( $Xtu$ )より少なく、且つその差が一定量を超えているか否か(例えば、 $Xu < 0.9Xtu$ であるか否か)を判別する。

【0084】前記ステップ207において $Xu < 0.9Xtu$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ115へ進み、EGR量を所定量減量させるべく、EGRバルブアクチュエータ9に対する指令値(EGR量減量指令値)を算出する。

【0085】ステップ209では、ECU10は、前記ステップ115で算出されたEGR量減量指令値とEGR量下限値(例えば、零)とを比較する。具体的には、ECU10は、前記EGR量減量指令値がEGR量下限値を下回っているか否かを判別する。

【0086】前記ステップ209において前記EGR量減量指令値がEGR量下限値より多いと判定した場合は、ECU10は、ステップ116へ進み、前記EGR量減量指令値をEGRバルブアクチュエータ9へ送信してEGR量の減量処理を実行する。その後、ECU10は、ステップ207以降の処理を繰り返して実行する。

【0087】ここで、前記したステップ207、ステップ115、ステップ209、ステップ116の処理が繰

り返し実行された後に、ステップ209においてEGR量減量指令値がEGR量下限値を下回っていると判定された場合、言い換えれば、EGR量がEGR減量下限値まで減量されたにもかかわらず上流側実 $\text{NO}_x$ 量( $Xu$ )が上流側目標 $\text{NO}_x$ 量( $Xtu$ )より少なく、且つその差が一定量を超えていると判定された場合は、ECU10は、ステップ219へ進む。ステップ219では、ECU10は、EGR機構に異常が発生したとみなし、次いでステップ119に進んでウォーニングランプを点灯させる。

【0088】一方、前記ステップ207において $Xu < 0.9Xtu$ ではないと判定した場合は、ECU10は、ステップ208へ進み、上流側実 $\text{NO}_x$ 量( $Xu$ )が上流側目標 $\text{NO}_x$ 量より少なく、且つその差が一定量を超えているか否か(例えば、 $Xu < 0.1Xtu$ であるか否か)を判別する。

【0089】前記ステップ208において $Xu < 0.1Xtu$ ではないと判定した場合は、ECU10は、ステップ100へ戻り、本ルーチンを再度実行する。一方、前記ステップ208において $Xu < 0.1Xtu$ であると判定した場合は、ECU10は、ステップ219へ進み、上流側 $\text{NO}_x$ センサ18に異常が発生したとみなす。そして、ECU10は、ステップ119へ進み、ウォーニングランプを点灯させる。

【0090】ここで、ステップ119の処理を実行し終えたECU10は、第1の実施の形態と同様、前記ステップ100へ速やかに進んで前記の排気浄化制御ルーチンに基づき排気浄化制御を連続して実行させるようにしても良いし、一定時間の間隔を開けた後に前記排気浄化制御を実行させるようにしても良い。また、ECU10は、前記ステップ119を排気浄化制御ルーチンの終点とするとともにステップ119へ進んだことを記憶し、内燃機関1の再始動時にウォーニングランプを点灯させ運転者に再度警告を発信することにより、異常が発生した排気浄化装置の速やかな復旧を運転者に促すようにしても良い。

【0091】以上述べたように、ECU10が排気浄化制御ルーチンを実行することにより、本発明に係る排気浄化制御手段及び異常判定手段が実現され、前述の第1の実施の形態と同様の効果を得ることが可能になるとともに、異常発生時に異常発生箇所を特定することが可能となる。また、本実施形態のウォーニングランプは、複数のランプを備え、前記異常判定箇所毎に異なるランプが点灯するようにしても良い。

【0092】

【発明の効果】本発明に係る排気浄化装置では、排気浄化触媒及び還元剤供給手段と、排気還流手段とを併用して $\text{NO}_x$ の放出量を低減させることが可能になるため、排気浄化触媒及び還元剤供給手段のみで $\text{NO}_x$ の放出量を低減させる場合に比べ、還元剤供給量を少なくするこ



とができるとともに、排気還流手段のみで $\text{NO}_x$ の放出量を低減させる場合より排気還流量を少なくすることができる。

【0093】さらに、本発明に係る排気浄化装置では、還元剤の供給に比して排気の還流が優先的に実行されるため、還元剤の供給量を最小限に抑えつつ $\text{NO}_x$ の放出量を減少させることが可能となる。

【0094】従って、本発明に係る排気浄化装置によれば、排気還流量の増加に起因した内燃機関の運転状態の悪化や、還元剤供給量の増加に起因した排気浄化触媒の被毒を防止しつつ、大気中に放出される $\text{NO}_x$ 量を低減させることが可能となる。

【0095】また、本発明に係る排気浄化装置において内燃機関の燃料を還元剤として用いる場合は、還元剤としての燃料の供給量が抑制されるため、燃料消費量の悪化が防止される。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態における排気浄化装置の概略構成を示す図

【図2】第1の実施の形態における排気浄化制御ルーチ

ンを示すフローチャート図

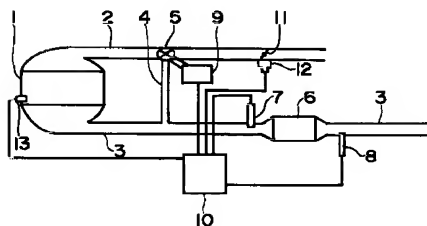
【図3】第2の実施の形態における排気浄化装置の概略構成を示す図

【図4】第2の実施の形態における排気浄化制御ルーチンを示すフローチャート図

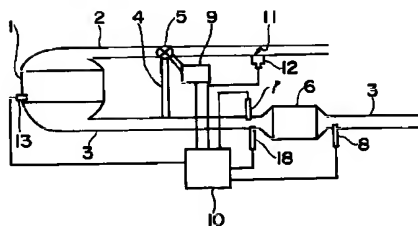
【符号の説明】

- 1・・・内燃機関
- 2・・・吸気通路
- 3・・・排気通路
- 4・・・排気還流管
- 5・・・EGRバルブ
- 6・・・選択還元型 $\text{NO}_x$ 触媒
- 7・・・還元剤供給装置
- 8・・・下流側 $\text{NO}_x$ センサ
- 9・・・EGRバルブアクチュエータ
- 10・・・ECU
- 11・・・スロットル弁
- 12・・・スロットルポジションセンサ
- 13・・・機関回転速度センサ
- 18・・・上流側 $\text{NO}_x$ センサ

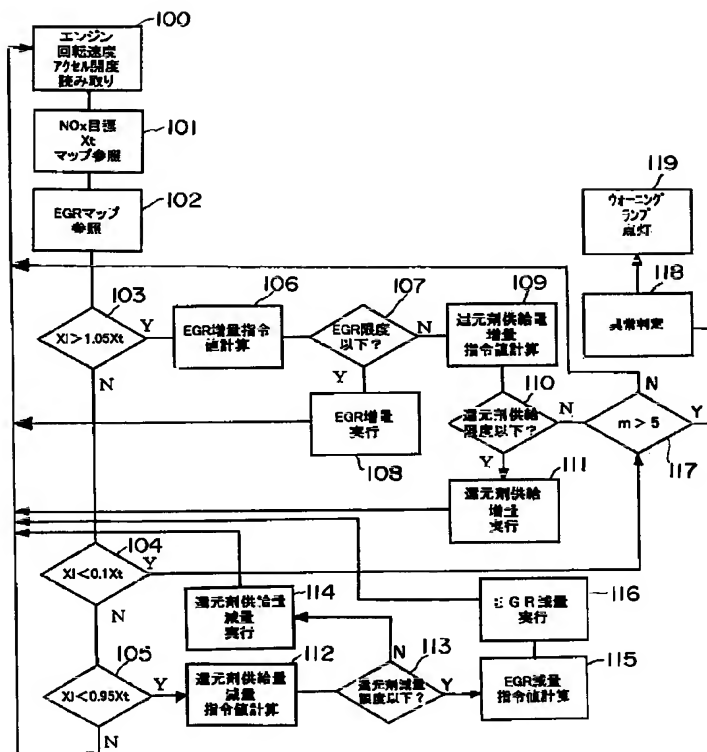
【図1】



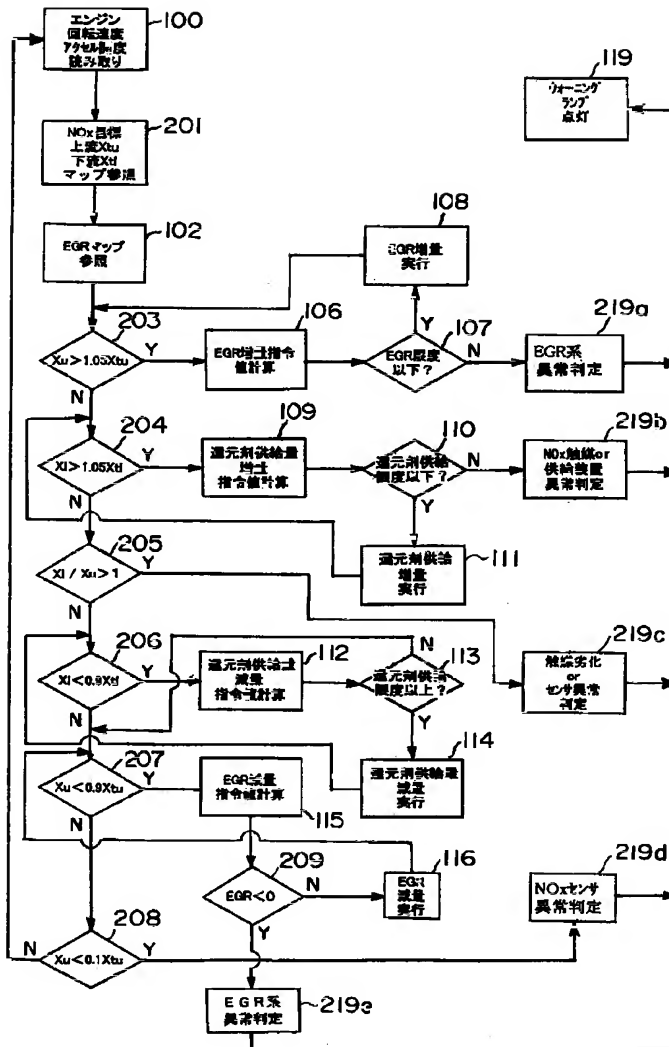
【図3】



【図2】



【図4】



フロントページの続き

| (51)Int.Cl. <sup>7</sup>       | 識別記号  | F I           | (参考)                           |
|--------------------------------|-------|---------------|--------------------------------|
| F 0 1 N 3/28                   | 3 0 1 | F 0 1 N 3/28  | 3 0 1 C                        |
|                                | 3/36  | 3/36          | B                              |
| F 0 2 D 21/08                  | 3 0 1 | F 0 2 D 21/08 | 3 0 1 E                        |
| 41/02                          | 3 0 1 | 41/02         | 3 0 1 E                        |
| 43/00                          | 3 0 1 | 43/00         | 3 0 1 T                        |
|                                |       |               | 3 0 1 N                        |
| (72)発明者 鴨下 伸治                  |       | F ターム(参考)     | 3G062 BA00 DA01 DA02 FA05 FA18 |
| 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内      |       |               | FA20 GA04 GA06 GA17            |
| (72)発明者 大坪 康彦                  |       | 3G084         | EA20 BA24 BA33 DA01 DA02       |
| 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内      |       |               | DA10 DA19 DA27 DA30 DA33       |
|                                |       |               | EA07 EA11 EB09 EB12 EB22       |
|                                |       |               | EC01 FA10 FA28 FA33            |
| (72)発明者 日下部 信一                 |       | 3G091         | AA02 AA11 AB05 CA16 DA01       |
| 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社豊田自動織機製作所内 |       |               | DA02 DB10 DC01 EA01 EA07       |
|                                |       |               | EA33 FC01 HA36 HA37 HA42       |
|                                |       |               | HB05                           |
|                                |       | 3G092         | AA17 AB16 DC09 DC15 EA01       |
|                                |       |               | EA02 EA09 EA17 EC01 EC04       |
|                                |       |               | EC10 FA01 FA13 FA17 FA20       |
|                                |       |               | FB06 HA06Z HD04Z HE01Z         |
|                                |       | 3G301         | HA13 JA01 JA02 JA25 JB01       |
|                                |       |               | JB02 JB09 LA00 MA00 NA08       |
|                                |       |               | NC04 ND02 ND17 NE17 NE19       |
|                                |       |               | NE23 PA11Z PD01Z PE01Z         |